

Vitis 2, 101 — 112 (1959)

Aus der Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof

Das vegetative Wachstum 1jähriger Reben in Abhängigkeit von der Tageslänge

von

G. ALLEWELDT

Nach den bisher vorliegenden Untersuchungen über die photoperiodische Reaktion von Holzpflanzen (vergl. Übersichtsberichte WAREING 1956, NITSCH 1957 b), speziell von Reben (ALLEWELDT 1957) müssen wir im Zusammenhang mit der rhythmisch schwankenden Tageslänge (=tägliche Dauer der Lichtphase) in der Praxis mit photoperiodischen Erscheinungen rechnen, zumal die Untersuchungen an Reben von HACKBARTH und SCHERZ (1935), HUSFELD (1936) sowie GRETSCHISCHNIKOW (1958), für den Weinbau sehr bedeutungsvolle sortentypische Reaktionen aufgezeigt haben. Da sich hierbei vor allem die *Vitis*-Spezies in ihrer Tageslängenreaktion voneinander unterscheiden, sind diese Beobachtungen im Hinblick auf den zunehmenden Pfropfreben- und Hybridenanbau von besonderem Interesse. Ebenso schwerwiegend aber wie die genetisch fixierte photoperiodische Eigenart einer Sorte oder Art, dürfte auch der allgemein unter der Bezeichnung „Herkunftswirkung“ verstandene modifikative Tageslängeneinfluß sein, der naturgemäß umso stärker ausgeprägt sein wird, je extremer die einwirkende Tageslänge ist. In diesem Zusammenhang kann an die Vermehrung von Unterlagsreben in südlichen Breitengraden gedacht werden, wobei damit zu rechnen ist, daß auf den Nachbau neben anderen Umwelteinflüssen (Boden, Ernährung, Wasserversorgung) auch die Tageslänge wirksam ist.

Die vorliegenden Untersuchungen sind einer ausgedehnten Versuchsreihe entnommen, die sich mit den Zusammenhängen zwischen Wachstum und photoperiodischer Beeinflussung beschäftigt. Im vorliegenden Falle werden die photoperiodischen Untersuchungsbefunde an 1jährigen Reben mitgeteilt.

Material und Methoden

1jährige 2-Augenstecklinge der Sorten Riesling Klon 90, Riparia Klon G 80 und der Neuzuchten FS. 4 — 201 — 39, FS. 4 — 195 — 39 und Sbl. 2 — 19 — 58 erhielten täglich 11 Stunden natürliches Tageslicht. Zur Verlängerung dieses Kurztages wurde ein Zusatzlicht mit Osram HNI de Luxe und HNW, etwa 2 500 Lx, für die Dauer von 2 und 4 Stunden gegeben. Bei der mit Störlicht behandelten Variante wurde die 13stündige Dunkelpphase (von 17.00 Uhr bis 8.00 Uhr) für die Dauer von 1 Stunde mit Licht gleicher Zusammensetzung und Intensität wie beim Zusatzlicht von 24.00 Uhr bis 1.00 Uhr unterbrochen. Die Störlichtvariante erhielt also nur 12 Stunden Licht.

Die Tageslängenbehandlung setzte bei etwa 3 Wochen alten Stecklingen ein. Je Variante wurden 10 im Wuchs ausgesuchte Stecklinge verwendet. Alle Versuche wurden 1958 in einem nur bedingt wärmeregulierbaren Gewächshaus durchgeführt.

Bei den mit Wuchsstoffen behandelten Pflanzen (Indolessigsäure und Gibberellinsäure) erfolgte die Applikation mit wechselnder Konzentration und Dosis in wässriger Form, zumeist als Tropfen auf junge Blätter.

Ergebnisse

Die sichtbarste Reaktion der Reben auf eine Tageslängenverkürzung ist eine verlangsamte Wuchsgeschwindigkeit. Diese Verlangsamung ist jedoch sortentypisch, wie aus Tab. 1 und Abb. 1, S. 107 entnommen werden kann, so daß sich ganz allgemein 2 Reaktionstypen voneinander unterscheiden lassen: 1. Sorten, deren Wuchslängenzunahme im 13 stündigen Kurztag im Vergleich zum Normaltag auf 14 — 16% sinkt und deshalb als sehr kurztagempfindlich anzusprechen sind, wie FS. 4 — 195 — 39 und Riparia G 80 und 2., Sorten mit einer relativ schwachen Wuchshemmung. Hierzu zählen Riesling 90 und

Tabelle 1

Einfluß der Tageslänge auf die Wuchslängenzunahme

Sorte	Tageslänge					NT = 100 %			
	NT	Stl.	15	13	11	Stl.	15	13	11
FS. 4 - 195 - 39	46,1	98,2	117,3	6,6	1,8	213	255	14	4
Riparia G 80	93,7	95,8	103,0	15,3	2,8	102	110	16	3
Sbl. 2 - 19 - 58	65,0	54,5	55,8	18,9	1,2	84	86	29	2
FS. 4 - 201 - 39	83,4	113,7	81,3	51,4	8,0	136	98	62	10
Riesling 90	55,5	90,5	61,5	35,0	3,5	163	111	63	6

NT = Normaltag; Stl. = Störlicht

Versuchsdauer: 6.5. — 24.7.1958

FS. 4 — 201 — 39, deren Wuchslängenzunahme durch einen 13stündigen Kurztag nach 80 Behandlungstagen im Vergleich zum Normaltag nur auf 62 — 63% herabgesetzt wird. Eine Mittelstellung nimmt die Neuzucht Sbl. 2 — 19 — 58 ein.

Eine noch weitere Tageslängenverkürzung von 13 auf 11 Stunden hat bei allen Sorten eine sehr erhebliche Wachstumshemmung zur Folge. Unter diesen Bedingungen ist nur noch bei den Sorten Riesling 90 und FS. 4 — 201 — 39 eine geringe Wuchslängenzunahme festzustellen. Da die zunehmende Abschwächung der Wachstumsintensität im Kurztag sehr bald schon zu einem Ruhezustand

führt, ist die Wachstumsdauer einer Sorte im Kurztag ein sehr empfindliches Maß für deren Kurztagverträglichkeit. Diese schwankt, wie Tabelle 2 anzeigt, zwischen 13 und 78 Tagen, so daß wir — in Anlehnung an die Untersuchungen von Downs und BORTHWICK (1956) — von der Existenz einer „kritischen“ Tageslänge sprechen können. Sie liegt bei Riesling Klon 90 und FS. 4 — 201 — 39 bei etwa 11 Stunden, bei allen anderen Sorten (Sbl. 2 — 19 — 58, FS. 4 — 195 — 39

Tabelle 2

Wachstumsdauer in Tagen bei
11-stündiger Photoperiode

Sorte	Anzahl der Tage
Riparia G 80	13
FS. 4 - 195 - 39	18
Sbl. 2 - 19 - 58	18
Riesling 90	45
FS. 4 - 201 - 39	78

und Riparia G 80) zwischen 11 und 13 Stunden. Obwohl damit zu rechnen ist, daß diese Differenzen bei gleichzeitiger Variation der Temperatur noch ausgeprägter werden, muß der Begriff der „kritischen“ Tageslänge, wie er aus

Tabelle 3

Die Zunahme der Nodienzahl bei verschiedener Tageslänge

Sorte	Tageslänge					NT = 100 %			
	NT	Stl.	15	13	11	Stl.	15	13	11
FS. 4 - 195 - 39	13,4	20,9	22,0	4,8	0,8	156	165	37	6
Riparia G 80	16,7	13,8	17,2	4,7	1,8	83	103	28	11
Sbl. 2 - 19 - 58	20,7	23,3	18,5	11,3	3,6	112	89	50	17
FS. 4 - 201 - 39	22,2	25,0	22,6	14,2	5,5	113	102	64	25
Riesling 90	18,8	16,6	21,5	13,5	3,1	88	114	72	16

NT = Normaltag; Stl. = Störlicht
Versuchsdauer: 6. 5. — 24. 7. 1958

der Vorstellung eines „Alles-oder-Nichts-Vorganges“ bei der Blütenbildung entstanden ist (vergl. MELCHERS und LANG 1948), mit allem Vorbehalt betrachtet werden (vergl. auch ALLEWELDT 1957): Denn das Eintreten in einen Ruhezustand wird bei Reben und den meisten Holzpflanzen letztlich auch im Langtag angestrebt und durch Kurztag lediglich beschleunigt. Wie auch GRETSCHISCHNIKOW

Tabelle 4

Die Veränderungen der Nodienzahl und Wuchslänge bei verschiedener Tageslänge (Langtag = 100 %)

Sorte	Merkmal	6. 5. — 19. 5.			19. 5. — 20. 6.			20. 6. — 24. 7.		
		Tageslänge			Tageslänge			Tageslänge		
		LT	13	11	LT	13	11	LT	13	11
FS. 4 - 195 - 39	Nodienzahl	100	122	72	100	41	—	100	6	—
	Wuchslänge	100	164	73	100	19	1	100	—	—
Riparia G 80	Nodienzahl	100	75	90	100	28	—	100	21	—
	Wuchslänge	100	118	56	100	34	—	100	9	—
Sbl. 2 - 19 - 58	Nodienzahl	100	96	56	100	59	20	100	33	9
	Wuchslänge	100	113	28	100	53	1	100	14	—
FS. 4 - 201 - 39	Nodienzahl	100	65	87	100	121	36	100	38	8
	Wuchslänge	100	159	75	100	109	17	100	31	1
Riesling 90	Nodienzahl	100	100	115	100	86	9	100	52	1
	Wuchslänge	100	89	53	100	80	5	100	33	—

LT = Langtag;
Mittelwert aus den Varianten Normaltag, Störlicht und 15 Stunden

(1958) bei Reben nachweisen konnte, ist somit der Übergang vom intensiven Wachstum zur Ruhe weitgehend eine Funktion des Lebensalters der Pflanze und der Einwirkungsdauer eines Kurztages.

Die im Kurztag beobachtete Wuchslängenhemmung ist zunächst auf eine verminderte Zellstreckung zurückzuführen, da die Abnahme der Nodienzahl oder die damit verbundene Blattentfaltung relativ langsamer erfolgt als die Abnahme der Wuchslänge (Tab. 3). Die Beziehung zwischen beiden Komponenten ist noch einmal in Tab. 4, S. 103 zusammengefaßt, die den zeitlichen Verlauf der relativen Hemmung von Wuchslänge und Nodienzahl zum Ausdruck bringt. Hierbei wurden, der Übersicht halber, die Varianten „Normaltag“, „Störlicht“ und „15 Stunden“ als „Langtagvariante“ zusammengefaßt. Bereits am 19. 5., also 13 Tage nach Versuchsbeginn, ist im 11-Stundentag eine relativ stärkere Hemmung der Wuchslänge im Vergleich zur Blattentfaltung (Nodienzahl) zu erkennen. Später (am 20. 6.) tritt sie auch im 13 stündigen Kurztag auf.

Die Hemmung der Zellstreckung und Zellteilung im Kurztag kann auf einen Wuchsstoffmangel zurückgeführt werden, wodurch indirekt die experimentellen Befunde von WAREING (1951) und NITSCH (1957a) bestätigt werden. Um zu überprüfen, ob dieser Wuchsstoffmangel ursächlich mit der photoperiodischen Reaktion zusammenhängt, also ob der Eintritt einer Wachstumsruhe durch einen Wuchsstoffmangel verursacht wird, wurden 1jährige 2-Augenstecklinge von Riesling 90 mit β -Indolylessigsäure behandelt. Eine statistische Förderung der Wuchslänge oder Nodienzahl konnte jedoch nicht erzielt werden (Tab. 5). Dagegen wurde durch die Anwendung von Gibberellinsäure das Wachstum der gleichen Sorte auch im 11stündigen Kurztag gefördert

(Tabelle 6). Wie weitere Versuche jedoch erwiesen (ALLEWELDT 1959a), gelang es noch nicht, die Wachstumshemmung im Kurztag durch Gibberellinsäure zu überwinden. Es zeigte sich ferner, daß ein sehr kurztagempfindlicher *riparia*-Klon (G 1) auf einen Zusatz von Gibberellinsäure weder im Langtag noch im Kurztag reagierte. Mit allem Vorbehalt darf aus diesen Befunden gefolgert werden, daß weder ein bestimmter IES- noch GS-Spiegel die photoperiodischen Reaktionen steuern, wobei die Frage völlig offen bleibt, in wie weit sie an den sich abspielenden biochemischen Prozessen beteiligt sind. Ferner gilt es noch zu klären, ob

Tabelle 5
Wirkung der Indolylessigsäure (IES)
auf das Wachstum von Riesling
Klon 90 im 11-stündigen Kurztag.

Variante	Wuchslängen- zunahme cm	Zunahme der Nodienzahl
Kontrolle	2,4	3,1
IES	2,7	4,9

100 mg/l IES, 6 × je 1 Tropfen in Abständen von 2 — 4 Tagen.

Versuchsdauer: 14. 5. — 23. 7. 1958

zwischen photoperiodischer Eigenart einer Sorte und ihrer Reaktion auf GS ein Zusammenhang besteht.

Der durch die Tageslänge induzierte Wachstumsstillstand wird nicht mit einem gleichzeitig einsetzenden Blattfall begleitet, wie er normalerweise für den Übergang in die Winterruhe symptomatisch ist. Vielmehr bleiben die Blätter bis in den Herbst noch dunkelgrün und werden erst dann, fast zur gleichen Zeit wie bei den Kontrollen, abgeworfen. Auch zwischen Photoperiode

Tabelle 6

Einfluß der Gibberellinsäure (GS) auf das Wachstum 1jähriger Stecklinge von Riesling Klon 90 bei verschiedener Tageslänge

Variante	Wuchslänge in cm am:		Wuchslängen- zunahme in cm		Zunahme der Nodienzahl	
	4. 7.	17. 7.	M	rel.	M	rel.
NT, Kontrolle	17,6	48,6	43,2	100	3,9	100
NT + GS	37,8	66,5	61,2	141	7,6	195
KT, Kontrolle	9,1	9,1	2,0	100	0,8	100
KT + GS	15,8	19,8	14,2	710	2,4	300

GS: 5 × 1 Tropfen 1000 mg/l GS, etwa 0,15 mg GS/Pflanze
Tageslänge: NT = Normaltag, KT = Kurztag von 11 Stunden
Versuchsdauer: 14. 5. — 17. 7. 1958 (64 Tage)
5 Pflanzen je Variante

Tabelle 7

Einfluß der Tageslänge auf die Holzreife.
(% der Internodien mit Herbstverfärbung)

Sorte	Tageslänge				
	NT	Stl.	15	13	11
FS. 4-201-39	23	17	19	45	61
Dr. Decker-Rebe	20	15	14	60	69
Riesling	15	11	12	25	45
Sbl. 2-19-58	13	7	21	45	30
Riparia G 80	8	5	4	26	13
Mittel	15,8	11,0	14,0	40,2	43,6

Versuchsdauer: 6. 5. — 24. 7. 1958

auch zwischen FS. 4 — 201 — 39 und Riesling 90. Diese Differenzen können nicht mit einem durch die Tageslänge hervorgerufenen plötzlichen Wachstumsstillstand erklärt werden, wodurch den Pflanzen die Möglichkeit zur vollen Ausreife aller Internodien genommen wäre, da alle Pflanzen am Messungstage noch ein relativ lebhaftes Längenwachstum zeigten. Viel eher können es sich in diesem Falle um genetisch bedingte Sortenreaktionen handeln.

Wenn einerseits bei belaubten Pflanzen eine unverkennbare und sehr tiefgreifende photoperiodische Reaktion bei allen Sorten eintritt, andererseits aber unbelaubte Pflanzen, wie Stecklinge oder entblätterte Wurzelreben (ALLEWELDT 1959a und unveröffentlicht) keinen Tageslängeneinfluß erkennen oder erfassen lassen, ist zu vermuten, daß letztere den Lichtreiz nicht auf-

und Holzreife besteht nur ein loser Zusammenhang. Zwar wird allgemein der Prozentsatz der Internodien mit Herbstverfärbung durch abnehmende Tageslängen gefördert (Tab. 7), doch treten gerade zwischen den in der Wuchslängenzunahme sehr gleichmäßig reagierenden Sorten (vergl. Tab. 1, S. 102) sichtbare Differenzen in der Holzreife auf. So zeigen bei der Neuzucht FS. 4 — 195 — 39 im 13-Studentag 60 % der Internodien eine Herbstverfärbung, dagegen bei Riparia G 80 nur 26 %. Ähnliche Unterschiede bestehen

nehmen können. Dies würde den umfangreichen Untersuchungen an krautigen Pflanzen (CHAJLACHJAN 1936, MOSCHKOV 1936 u. v. a.) entsprechen, wonach junge, eben voll entfaltete Blätter als Perzeptionsorgan wirksam sind. Andererseits ist aber auch eine photoperiodische Reaktion von Samen und Knospen bekannt, so beispielsweise eine austriebsfördernde Dauerlichtbehandlung von Buchenknospen (KLEBS 1914, WAREING 1953, 1954), so daß die Lichtaufnahme zwar an wachsendes Gewebe, nicht aber ausschließlich an entfaltete Blätter gebunden ist.

Tabelle 8

Die photoperiodische Reaktion der Reben in Abhängigkeit vom Blattalter

Tageslänge	n	Versuchsdauer in Tagen	Wuchslängenzunahme in cm		
			Kontrolle	1-3 alte Blätter	1-3 junge Blätter
Langtag oder Dauerlicht	30	37	28,7	17,6	14,5
Kurztag (11 Stunden)	10	46	2,2	3,6	2,0

Bei Reben können nun sowohl sehr junge als auch ältere, ausgewachsene Blätter den Lichtreiz aufnehmen (ALLEWELDT 1959 b), da alle teilweise entblättern Pflanzen im Kurztag ihr Wachstum einstellen, während die gleichermaßen behandelten Pflanzen im Langtag relativ unbehindert weiterwachsen (Tabelle 8).

Einen direkten Nachweis der Perzeption des photoperiodischen Reizes lieferten die Untersuchungen, bei denen verschiedene Teile einer Pflanze einer unterschiedlichen Tageslängenbehandlung unterworfen waren (Tabelle 9). Hierzu wurden die Pflanzen bis auf 3 alte Blätter entblättern, die als Akzeptor der Tageslänge dienten und in dem einen Fall Langtag (Kurztag + Störlicht),

Tabelle 9

Die Bedeutung der Blätter für die Aufnahme und Weiterleitung des photoperiodischen Reizes

Tageslänge		Blattzahl des Akzeptors	Wuchslängen- zunahme		Nodienzahl		VK abgestorben nach Tagen
Donator	Akzeptor		abs.	rel.	abs.	rel.	
Störlicht	Kurztag	—	27,4	100	23,0	100	∞
Kurztag	Störlicht	—	8,2	30	10,5	46	22
Störlicht	Kurztag	3 *	9,7	100	4,8	100	23
Kurztag	Störlicht	3 *	8,8	80	4,8	100	18

Versuchsdauer: 13. 8. — 30. 9. 1958

VK = Vegetationskegel

* nur junge Blätter

Tageslänge: Störlicht = Kurztag von 11 Stunden + 1 Stunde

KT = Tageslänge von 11 Stunden

im anderen nur einen 11stündigen Kurztag erhielten. Die Triebe und die Sproßspitze wurden mit der jeweils entgegengesetzten Tageslänge behandelt, indem diese Pflanze mittels einer besonderen Vorrichtung durch eine lichtdichte Wand getrennt wurden. Alle sich während des Versuches neu bildenden Blätter wurden sogleich nach ihrer beginnenden Entfaltung entfernt. Bei einer weiteren Variante verblieben neben den 3 alten Blättern noch die jeweils 3 jüngsten Blätter in der Nähe der Sproßspitze. Bei dieser Variante erhielten die alten Blätter Langtag und die jungen Kurztag oder umgekehrt. Bei den Pflanzen dieser Gruppe wurde darauf geachtet, daß die Zahl der jungen Blätter während des Versuches konstant gehalten wurde, indem die größeren entfernt wurden, sobald ein neues Blatt eine Länge von etwa 0,5 cm erreichte. Die in Tab. 9 mitgeteilten Ergebnisse lassen erkennen, daß alle Blätter den photo-



Abb. 1

Einfluß der Tageslänge auf das Wachstum 1jähriger Reben der Neuzuchten FS. 4—195—39 (a) und FS. 4—201—39 (b).

Aufnahme am 2. 8. 1958, 88 Tage nach Versuchsbeginn.

periodischen Reiz aufnehmen können und daß hierbei stets die Wirkung der mit Kurztag behandelten Blätter über die der „Langtag“ — Blätter dominiert. Dies steht zunächst im Gegensatz zu den Beobachtungen über die Blüteninduktion krautiger Pflanzen, wonach die blühhemmend wirkende Tageslänge nur dann von Einfluß ist, wenn sie zwischen dem mit der blühfördernden Tageslänge behandelten Blatt und dem Vegetationskegel als Akzeptor einwirkt (MOSCHKOV 1939, CHAJLACHJAN 1940 u. a.). HARDER und v. WITSCH (1940) konnten bei Kalanchoë noch ergänzend nachweisen, daß die blühfördernde Tageslängenwirkung nur dann aufgehoben wird, wenn das in diesem Fall mit Langtag behandelte Blatt direkt auf der Orthostiche zwischen Akzeptor und Donator (Sproßmeristem) inseriert ist.

Die hier vorliegenden Befunde bei Reben sprechen für eine durch Kurztag induzierte Hemmwirkung, wobei es noch zu klären bleibt, ob die von den „Kurztag-Blättern“ ausgehende Wirkung durch eine entsprechende Erhöhung der Blattoberfläche (Blattzahl) der „Langtag-Blätter“ aufgehoben werden kann.

Diskussion

Der Übergang von einem intensiven Wachstum in einen Ruhezustand, der durch Kurztag beschleunigt wird, hat bei Reben oder schlechthin bei allen Holzpflanzen zahlreiche habituelle und morphologische Veränderungen, wie Wuchs-, Internodienlänge, Nodienzahl oder Wurzelbildung (HACKBARTH und SCHERZ 1935), zur Folge. Mit diesem Übergang oder mit dem Nachlassen des aktiven Wachstums laufen naturgemäß auch zellphysiologische Sekundärprozesse einher, die beispielsweise die Plasmaviskosität oder, wie eigene unveröffentlichte Untersuchungen ergaben, die Zellsaftkonzentration verändern. Hiermit fände auch die vielfach berichtete Steigerung der Kälteresistenz nach einer Kurztagbehandlung eine Erklärung, da die Pflanzen durch diese Sekundärprozesse „abgehärtet“ werden. Andererseits ist der Blattfall und die Holzreife bei Reben mit den zur Ruhepause führenden Prozessen nicht direkt gekoppelt, so daß es im Hinblick auf züchterische und ökologische Untersuchungen nur bedingt möglich ist, aus diesen Eigenschaften Rückschlüsse auf die photoperiodische Reaktion der Sorte ziehen zu können.

Tabelle 10

Die Wirkung des Störlichtes auf das Wachstum verschiedener Rebensorten.
(Normaltag = 100 %)

Sorte	Wuchslänge in %	Nodienzahl in %	Holzreife in %
FS. 4 - 195 - 39	213	156	70
Riesling 90	163	88	73
FS. 4 - 201 - 39	136	113	83
Riparia G 80	102	83	63
Sbl. 2 - 19 - 53	84	112	54

gemessen am 24. 7. 58, 79 Tage nach Versuchsbeginn

Die Konzeption, daß letztlich die photoperiodische Reaktion der Holzpflanzen auf einen Prozeß zurückzuführen ist, der eine Wachstumsruhe einleitet, führt zwangsläufig dazu, das Gesamtergebnis weniger vom Blickwinkel der Blütenbildung und der hypothetischen Blühormonvorstellung kurzlebiger Arten aus zu betrachten, sondern es in den Rahmen der allgemeinen Probleme der Wachstumsruhe („dormancy“) zu stellen. Demnach kann die Bedeutung von Wuchsstoffen für das Wachstum der Pflanzen im Kurztag (Tab. 5 und 6), die Wirkung dieser Substanzen und der hemmende Einfluß der Blätter auf den Austrieb (ALLEWELDT 1959 a und c) und letztlich die Versuche über die photoperiodische Perzeption und die Weiterleitung des Reizes (Tab. 8 und 9, S. 106) gemeinsam mit der Annahme interpretiert werden, daß das Einsetzen einer Ruheperiode und die Aufhebung dieses passiven Lebensabschnittes der Pflanze mit der Bildung oder Anhäufung, resp. mit dem Abbau von einer oder mehreren Hemmsubstanzen verbunden ist, wie es verschiedentlich mit dem Einsetzen oder der Brechung der Keimruhe von Samen verbunden ist (vergl. z. B. LIBBERT 1957). Hierbei ist eine Mitbeteiligung der Indolylessigsäure, wie es vor allem NITSCH (1957 a) für die photoperiodische Reaktion der Holzpflanzen für wahrscheinlich erachtet, auch für Reben anzunehmen, wenn auch durch Heteroauxinzufuhr eine Beeinflussung der photoperiodischen Reaktionen nicht zu erzielen war.

Die zur erwähnten Hemmstoffbildung oder -aktivierung im Kurztag führenden Prozesse sind photosensibel und können demzufolge durch Störlicht völlig gehemmt werden (vgl. Tab. 10, S. 108). Dies hält auch WAREING (1956) für wahrscheinlich, wenn er von einem „actively inhibitory process in the leaves under long dark periods“ spricht (S. 205), wobei es noch völlig offen ist, wie diese Prozesse ablaufen oder gar welcher Natur dieser hypothetische Hemmstoff ist. Es können sich ebenso auch um mehrere nebeneinander laufende Vorgänge handeln, die erst in einer bestimmten Relation zueinander die für uns sichtbaren photoperiodischen Reaktionen hervorrufen. Ebenfalls unbekannt sind die zur Einleitung dieser Vorgänge erforderlichen Lichtbedingungen (Intensität und Wellenlänge) und ob auch bei Reben das weitverbreitete Hellrot-Dunkelrot-Pigmentsystem wirksam ist. Andererseits ist es aber in diesem Zusammenhang von Interesse, daß durch die Applikation von Gibberellinsäure die Kurztagwirkung bei Riesling 90 gehemmt wird oder, wie LOCKHART und BONNER (1957), sowie BOURDEAU (1958), BUKOVAC und DAVIDSON (1959) berichteten, bei anderen Pflanzen ganz aufgehoben werden kann. Bei Reben wurde weiter eine jahreszeitlich abhängige Wirkung der Gibberellinsäure auf den Austrieb von 2-Augenstecklingen (ALLEWELDT, 1959 c) beobachtet, die zu einer zeitweilig sehr starken Austriebshemmung führte, so daß die Annahme einer Mitbeteiligung der Gibberellinsäure oder chemisch ähnlicher Substanzen beim Auf- und Abbau eventueller Hemmstoffe gerechtfertigt erscheint. Es wird vermutet, daß diese gibberellinähnlichen Substanzen die für die Hemmstoffbildung und deren Abbau notwendigen Enzyme angreifen. Dadurch wird der Übergang und die Aufhebung eines Ruhestadiums verzögert.

Züchterisch und ökologisch ist die Klassifizierung und Charakterisierung der Sorten in verschiedene photoperiodische Reaktionstypen von einigem Interesse. Allgemein wird zur Klassifizierung rein vegetativer Reaktionen das Verhältnis zwischen der Normaltag- und Kurztagwirkung gebildet, was sich auch bei folgender Übersicht (Tab. 11, S. 110) bewährt hat. Je kleiner dieser Quotient ist, umso ausgeglichener ist das Wachstum der Sorten unter den

Tabelle 11

Die Kurztag-Reaktion verschiedener Rebensorten ¹⁾

Sorte	Wuchslänge		Nodienzahl	
	Normaltag	Störlicht	Normaltag	Störlicht
	Kurztag	Kurztag	Kurztag	Kurztag
FS. 4 - 195 - 39	7,0	14,9	2,8	4,4
Riparia G 80	6,1	6,3	3,6	2,9
Sbl. 2 - 19 - 58	3,4	2,9	1,8	2,1
Riesling 90	1,6	2,6	1,4	1,2
FS. 4 - 201 - 39	1,6	2,2	1,6	1,8

¹⁾ Kurztag von 13 Stunden

Versuchsdauer: 6. 5. — 24. 7. 1958

gegebenen Tageslängen. Inwiefern diese Relationen unter verschiedenen Temperaturbedingungen bestehen, sei dahingestellt. Aus der Tabelle ist ferner zu entnehmen, daß der Quotient Störlicht : Kurztag zu einer Verschiebung der Sortenrelationen infolge sortentypischer Störlichtsensibilität führt. Am Beispiel der Neuzucht FS. 4 — 195 — 39 und des Riparia-Klones G 80 ist dies besonders deutlich zu erkennen. Demzufolge können aus der Störlichtwirkung allein nur bedingt Rückschlüsse auf die photoperiodische Reaktion der Sorten im Kurztag gezogen werden (vergl. Tab. 10, S. 108).

Zusammenfassung

1. 1jährige 2-Augenstecklinge der Sorten Riesling 90, Riparia G 80, FS. 4 — 201 — 39, FS. 4 — 195 — 39 und Sbl. 2 — 19 — 58 erhielten neben Normaltag Tageslängen von 11, 13 und 15 Stunden, sowie Störlicht (Kurztag von 11 Stunden und Unterbrechung der Dunkelphase von 24.00 bis 1.00 Uhr mit etwa 2500 Lx).
2. Abnehmende Tageslängen führen zu einer vorzeitigen Wachstumsruhe. Hiermit ist eine verminderte Wuchslänge verbunden, die durch eine rasche Hemmung der Internodienlänge und ein danach einsetzendes Nachlassen der Blattbildung (Nodienzahl) bedingt ist. Die induzierte Ruhe hat jedoch keinen Blattfall zur Folge. Gemessen an der Wachstumsdauer und an der Wuchslängenzunahme erwiesen sich FS. 4 — 201 — 39 und Riesling 90 am kurztagverträglichsten, während FS. 4 — 195 — 39 und Riparia G 80 die geringste Kurztagverträglichkeit erkennen ließen. Sbl. 2 — 19 — 58 nimmt eine Mittelstellung ein.
3. Kurztag fördert allgemein die Holzreife, doch dominiert weitgehend die genetische Konstitution der Sorten, wobei sich FS. 4 — 195 — 39 durch eine sehr frühe, Riparia G 80 durch eine recht späte Holzreife auszeichneten.
4. Der Übergang in ein Ruhestadium wird bei Riesling 90 durch Gibberellinsäure nur verzögert, durch IES unter den gegebenen Bedingungen nicht beeinflusst.

5. Der photoperiodische Reiz wird von allen Blättern, jedoch nicht nachweisbar von den grünen Stengeln und der Sproßspitze aufgenommen. Hierbei dominieren bei unterschiedlicher Tageslängenbehandlung unabhängig von der Insertionshöhe und -folge die mit Kurztag behandelten Blätter.
6. Die photoperiodischen Reaktionen der Reben werden mit der Annahme einer durch Kurztag hervorgerufenen Bildung von Hemmstoffen erklärt, wobei aktive Vorgänge während der langen Dunkelphase von entscheidender Bedeutung sind. Es wird ferner angenommen, daß IES bei den photoperiodischen Reaktionen nur eine untergeordnete Rolle spielt und nicht für den Eintritt in ein Ruhestadium verantwortlich ist, während GS oder gibberellinähnliche Substanzen in den enzymatischen Vorgängen der Hemmstoffbildung oder des Abbaues eingreifen.

Literaturverzeichnis

- ALLEWELDT, G.: Der Einfluß von Photoperiode und Temperatur auf Wachstum und Entwicklung von Holzpflanzen unter besonderer Berücksichtigung der Gattung *Vitis*. *Vitis* **1**, 159—180 (1957).
- — : Die Wirkung der Gibberellinsäure auf einjährige Reben bei verschiedener Photoperiode. *Vitis* **2**, 23—33 (1959 a).
- — : Aufnahme und Weiterleitung des photoperiodischen Reizes bei *Vitis vinifera* L. *Naturwiss.* **46**, 177 (1959 b).
- — : Austriebshemmung ruhender Knospen von Reben durch Gibberellinsäure. *Naturwiss.*, **46**, 434 (1959 c).
- BOURDEAU, D. F.: Interaction of gibberellic acid and photoperiod on the vegetative growth of *Pinus elliotii*. *Nature* **182**, 118 (1958).
- BUKOVAC, J. M. and H. DAVIDSON: Gibberellin effects on photoperiod-controlled growth of *Weigela*. *Nature* **183**, 59—60 (1959).
- CAJLACHJAN, M. H.: On the mechanism of photoperiodic reaction. *C. R. Acad. Sci. URSS* **1**, 89—93 (1936).
- — : Translocation of flowering hormones across various plant organs. I—III. *C. R. Acad. Sci. URSS* **27**, 160—163, 255—258 und 373—376 (1940).
- DOWNES, R. J. and H. A. BORTHWICK: Effects of photoperiod on growth of trees. *Bot. Gaz.* **117**, 310—326 (1956).
- GRETSCHISCHNIKOW, I. P.: Die Reaktion des Weins auf die Lichtverhältnisse des Moskau-Gebietes. *Isw. Timiriasevsk. Selsk. Akad.* **1**, 141—146 (1958).
- HACKBARTH, J. and W. SCHERZ: Versuche über Photoperiodismus. II. Das vegetative Wachstum verschiedener Rebensorten. *Züchter* **7**, 305—321 (1935).
- HARDER, R. und H. v. WITCHE: Über die Einwirkung von Kurztagblättern auf im Langtag befindliche Blätter und Stengelteile der gleichen Pflanze. Untersuchungen zur gleichen Frage nach einem formbeeinflussenden Wirkstoff. *Planta* **31**, 523—558 (1940).
- HUSFELD, B.: Photoperiodismus bei Reben. *Forschungsdienst, Sonderheft* **3**, (1936).
- KLEBS, G.: Über das Treiben der einheimischen Bäume, speziell der Buche. *Abhandl. Heidelberger Akad. Wiss. (Math. Nat. Kl.)* **3**, 1—116 (1914).
- LIBBERT, E.: Wechselwirkungen zwischen Auxinen und Inhibitoren bei Keimungsversuchen. *Phyton* **9**, 81—105 (1957).
- LOCKHART, J. A. and J. BONNER: Effects of gibberellic acid on the photoperiod-controlled growth of woody plants. *Plant Physiol.* **32**, 492—494 (1957).
- MELCHERS, G.: Die Wirkung von Genen, tiefen Temperaturen und blühenden Pfropfpartnern auf die Blühreife von *Hyoscyamus niger* L. *Biol. Zentralblatt* **57**, 568—614 (1937).
- — und A. LANG: Die Physiologie der Blütenbildung. *Biol. Zentralblatt* **67**, 105—174 (1948).
- MOSHKOV, B. S.: Role of leaves in photoperiodic reaction of plants. *Bull. Appl. Bot. Gen. and Plant Breeding, Ser. A* **17**, 25—30 (1936).
- — : Transfer of photoperiodic reaction from leaves to growing points. *C. R. Acad. Sci. URSS* **24**, 489—491 (1939).

- NITSCH, J. P.: Growth responses of woody plants to photoperiodic stimuli. Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci. **70**, 512—525 (1957).
- — : Photoperiodism in woody plants. Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci. **70**, 526—544 (1957).
- WAREING, P. F.: Growth studies in woody species III. Further photoperiodic effects in *Pinus silvestris*. Physiol. Plantarum **4**, 41—56 (1951).
- — : Growth studies in woody species. V. Photoperiodism in dormant buds of *Fagus sylvatica*. L. Physiol. Plantarum **6**, 692—706 (1953).
- — : Growth studies in woody species. VI. The locus of photoperiodic perception in relation to dormancy. Physiol. Plantarum **7**, 261—277 (1954).
- — : Photoperiodism in woody plants. Ann. Rev. Plant. Physiol. **7**, 191—214 (1956).

eingegangen am 19. 5. 1959